

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-160849

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

G06F 13/00
G06F 13/00
G06F 13/00
G06F 9/44
G06F 11/30
G06F 15/00
G06F 15/16
H04L 12/24
H04L 12/26

(21)Application number : 07-315623

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

N T T SOFTWARE KK

(22)Date of filing : 04.12.1995

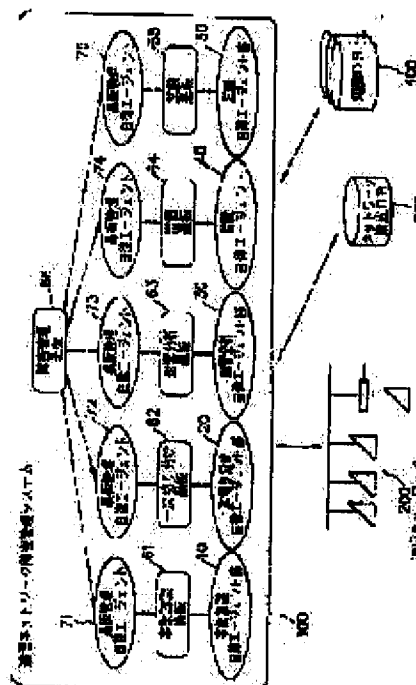
(72)Inventor : NAOI MASAOKI
OI AKIRA
MURANAKA MASAJI
CHO HIROSHI

(54) COMMUNICATION NETWORK FAULT MANAGING SYSTEM BY AUTONOMOUS AGENT CONTROL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a communication network fault managing system having high distributed processing ability real-time processing ability, and a configuration which is flexible and easy to maintain.

SOLUTION: In the managing system, event recognition, primary segmentation, influence analysis and measuring and testing processings, which are required for fault management in the communication network, are respectively made to be in charge of an event recognition autonomous agent group 10, a primary segmentation autonomous agent group 20, an influence analysis autonomous agent group 30, a measuring autonomous agent 40 and a testing autonomous agent group 50. Information is exchanged among the respective autonomous agents or the autonomous agent groups through blackboards 61-65, blackboard managing autonomous agents 71-75 and a fault managing backboard 66 which correspond to them so that the processings are made to be independent and distributed and a processing time in a whole system is shortened.



(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-160849

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

| (51) Int. Cl. ⁴ | 識別記号 | 片内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|------------------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| G 0 6 F 13/00 | 3 5 1 | | G 0 6 F 13/00 | 3 5 1 M |
| | 3 0 1 | | | 3 0 1 W |
| | 3 5 5 | | | 3 5 5 |
| 6/44 | 5 5 2 | | 9/44 | 5 5 2 |
| 11/30 | 3 2 0 | 7313-5B | 11/30 | 3 2 0 A |
| 審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21) 出願番号 特願平7-315623

(22) 出願日 平成7年(1995)12月4日

(71) 出願人 000004228

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(71) 出願人 000102717

エヌ・ティ・ティ・ソフトウェア株式会社
神奈川県横浜市中区山下町223番1

(72) 発明者 直井 昌明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 大井 明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 裕季

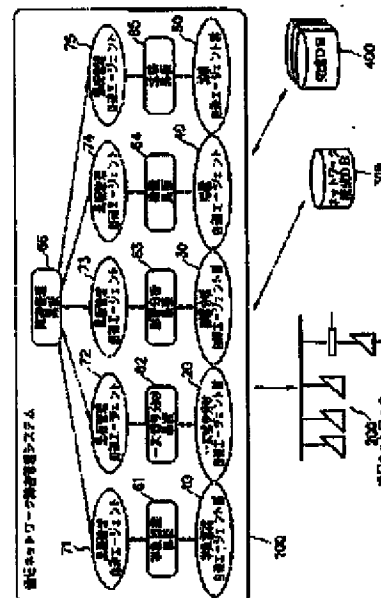
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム

(57) 【要約】

【課題】 分散処理能力及び実時間処理能力が高く、より柔軟にかつメンテナンスし易く構成可能な通信ネットワーク障害管理システムを提供すること。

【解決手段】 通信ネットワークの障害管理に必要な事象認識、一次切り分け、影響分析、措置及び試験の処理をそれぞれ、事象認識自律エージェント群10、一次切り分け自律エージェント群20、影響分析自律エージェント群30、措置自律エージェント40及び試験自律エージェント群50に受け持たせ、これらに対応した黒板61~65、黒板管理自律エージェント71~75並びに障害管理黒板66を通じて、各自律エージェントもしくは自律エージェント群間の情報交換を行わせることにより、処理の独立、分散化を図り、システム全体における処理時間を短縮する。



(2)

特開平9-160849

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信ネットワーク障害管理の機能を分散化した複数の自律エージェントもしくは自律エージェント群と、

該複数の自律エージェントもしくは自律エージェント群にそれぞれ対応する複数の黒板と、

該複数の黒板をそれぞれ管理する複数の黒板管理自律エージェントとからなることを特徴とする自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム。

【請求項2】 通信ネットワークに発生した障害イベント、通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情等を認識し、情報の一括管理を行う事象認識自律エージェント群と、

該事象認識自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う事象認識黒板と、

前記事象認識自律エージェント群から通知された事象を分析し、障害原因や障害場所を特定する一次切り分け自律エージェント群と、

該一次切り分け自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う一次切り分け黒板と、

一次切り分け自律エージェント群によって特定された障害原因や障害場所または事象認識自律エージェント群から通知された事象より、通信ネットワークの構成機器、通信ネットワークが提供するサービス、ユーザに与える影響を分析する影響分析自律エージェント群と、

該影響分析自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う影響分析黒板と、

特定された障害原因や障害場所に対し障害を修復するオペレーションを検索し、これを自動的に実行するかまたはネットワーク管理者に示す措置自律エージェントと、

該措置自律エージェントと他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う措置黒板と、

他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群からの要求に対し、適切な試験を検索して実行する試験自律エージェント群と、

該試験自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う試験黒板と、

前記黒板上で交換される情報をそれぞれ管理する黒板対応の黒板管理自律エージェントと、

システムに共通する情報の交換を行う障害管理黒板とからなることを特徴とする自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム。

【請求項3】 事象認識自律エージェント群は通信ネットワークに発生した障害イベントや通信ネットワークが

2

提供するサービスの状態を監視する監視モニタからの障害イベントを認識する監視モニタ自律エージェント、通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情を認識するユーザ申告自律エージェント及び前記障害イベントや苦情を事象に変換するイベント変換自律エージェントからなり、一次切り分け自律エージェント群並びに影響分析自律エージェント群はルールベース推論自律エージェント及びメモリベース推論自律エージェントからなり、

試験自律エージェント群は要求される試験に対して知識を検索しシステムとして理解し易い具体的な試験内容を記述する試験検索自律エージェント、複数の試験が登録された場合に効率的な試験順序を決定する試験実行スケジューラ自律エージェント及び該試験実行スケジューラ自律エージェントによってスケジューリングされた試験を逐次実行する試験実行自律エージェントからなることを特徴とする請求項2記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム。

【請求項4】 一次切り分け自律エージェント群のルールベース推論自律エージェントは故障の第1の事象による確信度を x 、第2の事象による確信度を y として、故障の合成された確信度 C を、

$$C = (x)^{1/2} + (y)^{1/2} - (xy)^{1/2}$$

により定義し、これに基づいて故障を結論することを特徴とする請求項3記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム。

【請求項5】 一次切り分け自律エージェント群は定数を α 以上1以下の値として、複数の故障の確信度からその時点での故障出力のしきい値を、

$$\text{故障出力のしきい値} = \langle \text{最も高い確信度} \rangle * \langle \text{定数} \rangle$$

により計算し、該しきい値を超える故障を障害管理黒板への一次切り分け結果とすることを特徴とする請求項2または3記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム。

【請求項6】 試験自律エージェント群は試験結果データベースにアクセスして試験要求と同一の試験結果がない時は該当該試験を実施し、ある時は α 、 β を定数として、試験結果の有効度を、

$$\text{有効度} = 1 - 1 / (1 + \alpha \cdot \exp(-\beta \cdot \text{経過時間}))$$

により定義し、これが予め設定された有効度のしきい値より大きい場合は試験要求を拒否し、小さい場合は試験結果データベースから前記試験結果を削除するとともに試験を実施することを特徴とする請求項2または3記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムに関する

(3)

特開平9-160849

3

4

ものである。

【0002】

【従来の技術】従来の逐次処理による通信ネットワーク障害管理システムでは、障害が通知されると、まず、その障害を分析し、発生場所や障害内容を特定する。ここで、他の障害が存在しない場合は次の処理、即ちその障害によって影響される他の通信ネットワークを構成するノード（ワークステーションやルータ、ATMスイッチ等の通信ネットワークを構成する設備）への影響の分析、障害復旧に適切な措置の検索等を行う。一方、他の障害が存在する場合は該他の障害が既に分析した障害と関連するかどうかに関わらず（なぜなら、関連の特定が非常に困難であるため）、前記同様にもその障害を分析し、発生場所や障害内容を特定する如くなっていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、通信ネットワークにおける障害は非同期的に発生するため、例えば原因を同じくするような関連した2以上の障害であっても通信ネットワークを構成するノードの使用タイミングの差により、同一時間帯に障害情報を出すとは考え難い。従って、従来のシステムでは関連する複数の障害に対して分析作業を繰り返すことになり、その分、無駄な作業を行うことになって処理に多大な時間がかかる、いはいかえれば長時間処理が困難であるという問題があった。

【0004】また、逐次処理の場合、障害のパターン化作業も非常に困難で、さらに予めプログラムされた通り1ステップずつ処理を行うため、あるステップでプログラムによる障害または知識不足による障害が発生すると、システムが戸惑って処理を進められなくなるか処理に多大な時間を消費し、効率的に問題の解決ができないという問題があった。

【0005】このように従来のエキスパートシステムでは、単一故障の場合は処理速度でそれほど問題視されないが、非同期的に複数の障害が通知されると、短時間で信頼性の高い推論結果を提示するのはほとんど不可能になる。また、知識不足やシステムエラーが発生した場合、システムが長時間処理を停止するか完全に機能しなくなってしまうという問題があった。

【0006】本発明の目的は、分散処理能力及び実時間処理能力が高く、より柔軟にかつメンテナンスし易く構成することが可能な通信ネットワーク障害管理システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では前記課題を解決するため、自律エージェントを導入してシステム処理における中央制御をなるべくなくす。この際、同じ仕事をこなせる自律エージェントを実行環境が許す限り、なるべく多く用意し、複数の自律エージェントに頼り合わせて処理を行わせる。これによって、処理対象における

部分的な知識不足やプログラムの部分的な不備による障害がシステム全体の処理に及ぼす影響をかなり低下させることができる。自律エージェントによって構築されるシステムでは機能を分散化することが可能であるから、1自律エージェント当たりの処理時間を大幅に短縮することができ、システム全体の処理時間を減らすことが可能となる。

【0008】そこで、本発明の請求項1では、通信ネットワーク障害管理の機能を分散化した複数の自律エージェントもしくは自律エージェント群と、該複数の自律エージェントもしくは自律エージェント群にそれぞれ対応する複数の黒板と、該複数の黒板をそれぞれ管理する複数の黒板管理自律エージェントとからなる自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムを提案する。

【0009】請求項1の発明によれば、通信ネットワーク障害管理の機能を複数の自律エージェントもしくは自律エージェント群に分散化し、これらに対応する複数の黒板及び黒板管理自律エージェントを設けたことにより、障害管理に必要な各種の機能を独立・分散して処理することが可能となり、処理時間の短縮と柔軟でかつメンテナンスし易い構成の実現を図ることができる。

【0010】また、請求項2では、通信ネットワークに発生した障害イベント、通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情等を認識し、情報の一括管理を行う事象認識自律エージェント群と、該事象認識自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う事象認識黒板と、前記事象認識自律エージェント群から通知された事象を分析し、障害原因や障害場所を特定する一次切り分け自律エージェント群と、該一次切り分け自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う一次切り分け黒板と、一次切り分け自律エージェント群によって特定された障害原因や障害場所または事象認識自律エージェント群から通知された事象より、通信ネットワークの構成機器、通信ネットワークが提供するサービス、ユーザに与える影響を分析する影響分析自律エージェント群と、該影響分析自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う影響分析黒板と、特定された障害原因や障害場所に対し障害を修復するオペレーションを検索し、これを自動的に実行するかまたはネットワーク管理者に示す措置自律エージェントと、該措置自律エージェントと他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群との間で情報の交換を行う措置黒板と、他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群からの要求に対し、適切な試験を検索して実行する試験自律エージェント群と、該試験自律エージェント群と他の自律エージェントもしくは他の自律エ

(4)

特開平9-160849

5

エージェント群との間で情報の交換を行う試験黒板と、前記黒板上で交換される情報をそれぞれ管理する黒板対応の黒板管理自律エージェントと、システムに共通する情報の交換を行う障害管理黒板とからなる自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムを提案する。

【0011】請求項2の発明によれば、事象認識自律エージェント群により、通信ネットワークに発生した障害イベント、通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情等を認識し、これを事象認識黒板に書き込む。事象認識黒板対応の黒板管理自律エージェントは該事象認識黒板に書き込まれた情報を障害管理黒板に書き込む。障害管理黒板に書き込まれた事象認識自律エージェント群からの情報は、一次切り分け黒板対応の黒板管理自律エージェントにより一次切り分け黒板に書き込まれる。一次切り分け黒板に書き込まれた事象は一次切り分け自律エージェント群により読み取られて分析され、障害原因や障害場所が特定され、一次切り分け黒板及びその黒板管理自律エージェントを介して障害管理黒板に書き込まれる。障害管理黒板に書き込まれた事象認識自律エージェント群からの事象、一次切り分け自律エージェント群からの障害原因や障害場所は、影響分析黒板対応の黒板管理自律エージェントにより影響分析黒板に書き込まれる。影響分析黒板に書き込まれた事象、障害原因や障害場所は影響分析自律エージェント群により読み取られて通信ネットワークの構成機器、通信ネットワークが提供するサービス、ユーザに与える影響が分析され、これが影響分析黒板及びその黒板管理自律エージェントを介して障害管理黒板に書き込まれる。また、障害管理黒板に書き込まれた一次切り分け自律エージェント群からの障害原因や障害場所は、措置黒板対応の黒板管理自律エージェントにより措置黒板に書き込まれる。措置黒板に書き込まれた障害原因や障害場所は措置自律エージェントにより読み取られて障害を修復するオペレーションが検索され、これが実行されるかまたはネットワーク管理者に示される。また、障害管理黒板に書き込まれた事象、障害原因や障害場所等の各種の情報は、試験黒板対応の黒板管理自律エージェントにより試験黒板に書き込まれる。試験黒板に書き込まれた前記各種の情報は試験自律エージェントにより読み取られて、これに基づいて適切な試験が検索され、実行される。

【0012】また、請求項3では、事象認識自律エージェント群は通信ネットワークに発生した障害イベントや通信ネットワークが提供するサービスの状態を監視する監視モニタからの障害イベントを認識する監視モニタ自律エージェント、通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情を認識するユーザ申告自律エージェント及び前記障害イベントや苦情を事象に変換するイベント変換自律エ

6

ジェントとからなり、一次切り分け自律エージェント群並びに影響分析自律エージェント群はルールベース推論自律エージェント及びメモリベース推論自律エージェントとからなり、試験自律エージェント群は要求される試験に対して知識を検索しシステムとして理解し易い具体的な試験内容を記述する試験検索自律エージェント、複数の試験が登録された場合に効率的な試験順序を決定する試験実行スケジューラ自律エージェント及び該試験実行スケジューラ自律エージェントによってスケジューリングされた試験を逐次実行する試験実行自律エージェントとからなる請求項2記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムを提案する。

【0013】請求項3の発明によれば、事象認識自律エージェント群の監視モニタ自律エージェントにより通信ネットワークに発生した障害イベントや通信ネットワークが提供するサービスの状態を監視する監視モニタからの障害イベントが認識され、ユーザ申告自律エージェントにより通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情が認識され、イベント変換自律エージェントにより前記障害イベントや苦情が事象に変換され、事象認識黒板に書き込まれる。また、一次切り分け自律エージェント群のルールベース推論自律エージェント及びメモリベース推論自律エージェントにより前記事象が分析され、障害原因や障害場所が特定される。また、影響分析自律エージェント群のルールベース推論自律エージェント及びメモリベース推論自律エージェントにより前記事象、障害原因や障害場所に基づく通信ネットワークの構成機器、通信ネットワークが提供するサービス、ユーザに与える影響が分析される。また、試験自律エージェント群の試験検索自律エージェントにより具体的な試験内容が記述され、試験実行スケジューラ自律エージェントにより効率的な試験順序が決定され、スケジューリングされた試験内容が試験実行自律エージェントにより逐次実行される。

【0014】また、請求項4では、一次切り分け自律エージェント群のルールベース推論自律エージェントは故障の第1の事象による確信度を x 、第2の事象による確信度を y として、故障の合成された確信度 C を、

$$C = (x)^{1/2} + (y)^{1/2} - (xy)^{1/2}$$

により定義し、これに基づいて故障を推論する請求項3記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムを提案する。

【0015】請求項4の発明によれば、複数の事象から故障の確信度を決定でき、より正確な故障の推論が可能となる。

【0016】また、請求項5では、一次切り分け自律エージェント群は定数を0以上1以下の値として、複数の故障の確信度からその時点での故障出力のしきい値を、故障出力のしきい値 = (最も高い確信度) * (定数)

により計算し、該しきい値を超える故障を障害管理黒板

(5)

特開平9-160849

7

8

への一次切り分け結果とする請求項2または3記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムを提案する。

【0017】請求項5の発明によれば、複数の故障が発生した場合に、その確信度から処理すべき故障を的確に選択することが可能となる。

【0018】また、請求項6では、試験自律エージェント群は試験結果データベースにアクセスして試験要求と同一の試験結果がない時は該当試験を実施し、ある時は α 、 β を定数として、試験結果の有効度を、有効度 $=1-1/(1+\alpha \cdot \exp(-\beta \cdot \text{経過時間}))$

により定義し、これが予め設定された有効度のしきい値より大きい場合は試験要求を拒否し、小さい場合は試験結果データベースから前記試験結果を削除するとともに試験を実施する請求項2または3記載の自律エージェント制御による通信ネットワーク障害管理システムを提案する。

【0019】請求項6の発明によれば、既に実施した試験結果の有効性の高い試験について再度、繰り返す必要がなくなり、その分、処理の負担を軽減できる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明では、通信ネットワークの障害管理に必要な処理を考慮し、それぞれ事象認識、一次切り分け、影響分析、措置及び試験等のサブタスクに分け、また、それぞれのサブタスク処理の実施に当たっては各種の自律エージェントもしくは自律エージェント群に担当させる。自律エージェントもしくは自律エージェント群間または各自律エージェント群内の自律エージェント間の情報交換は全て黒板を通して行う。

【0021】各自律エージェントもしくは自律エージェント群は自ら所属する黒板にアクセスし、必要な情報を取得しまたは必要な情報の提供を要求する。自律エージェントもしくは自律エージェント群は黒板から取得した情報に対し、自ら所持する知識データベースの知識を用いて処理の必要性を確認する。処理の必要性が確認された場合は処理を行い、結果を黒板に出力する。

【0022】各自律エージェントもしくは自律エージェント群は前述した処理を自律的かつ並列に行い、通信ネットワークにおける障害管理を実現する。また、自律エージェントもしくは自律エージェント群をより柔軟にシステムの処理要求に対応させるため、それぞれ自律エージェント行動を制御するアクションルールを設定する。

【0023】図1は本発明の通信ネットワーク障害管理システムの実施の形態の一例を示すものである。図中、10は事象認識自律エージェント群、20は一次切り分け自律エージェント群、30は影響分析自律エージェント群、40は措置自律エージェント、50は試験自律エージェント群、61は事象認識黒板、62は一次切り分け黒板、63は影響分析黒板、64は措置黒板、65は

試験黒板、66は障害管理黒板、71、72、73、74、75は黒板管理自律エージェントであり、これらは通信ネットワーク障害管理システム100を構成する。また、200は通信ネットワーク、300はネットワーク構成データベース(DB)、400は知識データベース(DB)である。

【0024】事象認識自律エージェント群10は、通信ネットワークに発生した障害イベントや通信ネットワークが提供するサービスの状態を監視する監視モニタからの障害イベント、通信ネットワークが提供するサービスや通信ネットワークの構成機器に関するユーザからの苦情を認識し、それらの情報を事象に変換して一括管理するもので、図2に示すようにイベント変換自律エージェント11と、ユーザ申告自律エージェント12と、監視モニタ自律エージェント13とからなっている。

【0025】一次切り分け自律エージェント群20は、事象認識自律エージェント群10から通知された事象を分析し、障害原因や障害場所を特定するもので、図3に示すようにルールベース推論自律エージェント21と、メモリベース推論自律エージェント22とからなっている。

【0026】影響分析自律エージェント群30は、一次切り分け自律エージェント群20によって特定された障害原因や障害場所または事象認識自律エージェント群10から通知された事象より、通信ネットワークの構成機器、通信ネットワークが提供するサービス、ユーザに与える影響を分析するもので、図4に示すように一次切り分け自律エージェント群20と同様な、ルールベース推論自律エージェント31と、メモリベース推論自律エージェント32とからなっている。

【0027】措置自律エージェント40は、特定された障害原因や障害場所に対し、障害を修復するオペレーション検索し、これを自動的に実行するかまたはネットワーク管理者に示すものである。

【0028】試験自律エージェント群50は、他の自律エージェントからの要求に対し、適切な試験を検索して実行するもので、図5に示すように要求される試験に対して知識を検索しシステムとして理解し易い具体的な試験内容を記述する試験検索自律エージェント51と、複数の試験が登録された場合、効率的な試験順序を決定する試験実行スケジューラ自律エージェント52と、該試験実行スケジューラ自律エージェント52によってスケジューリングされた試験内容を逐次実行する試験実行自律エージェント53とからなっている。

【0029】また、事象認識黒板61、一次切り分け黒板62、影響分析黒板63、措置黒板64及び試験黒板65はそれぞれ、事象認識自律エージェント群10、一次切り分け自律エージェント群20、影響分析自律エージェント群30、措置自律エージェント40及び試験自律エージェント群50と他の自律エージェントもしくは

(6)

特開平9-160849

9

他の自律エージェント群との間で情報交換を行うためのものであり、黒板専用の黒板管理自律エージェント71～75により管理されている。また、障害管理黒板66はシステムに共通する情報の交換を行うためのものである。

【0030】このように情報交換のための黒板を分散化することにより、自律エージェントもしくは自律エージェント群の独立性を高めることができ、システム構成を柔軟にかつメンテナンスし易くできる。

【0031】また、本システムでは試験結果を管理する時間間数を定義することによって、複数の自律エージェントもしくは複数の自律エージェント群から非同期的に要求される同一の試験に関する処理を効率的に行うことができる。即ち、試験自律エージェント群50は他の自律エージェントもしくは他の自律エージェント群から試験の実施が要求されると、試験結果を格納する試験結果データベースにアクセスして要求されている試験と同一の試験の結果を検索し、同一の試験結果がない時は試験を実行し、ある時は以下に説明する試験結果の有効度に従って処理する。

【0032】通信ネットワークは非常にダイナミックであり、試験の結果も時間の経過とともに有効性が低下していく。そこで、その有効性を反映するため、 α 、 β を定数として、試験の有効度を、

有効度 = $1 - 1 / (1 + \alpha \cdot \exp(-\beta \cdot \text{経過時間}))$

により定義する。

【0033】そして、これが予め設定された有効度のしきい値より大きい場合は試験要求を拒否し、小さい場合は試験結果データベースから該当試験結果を自動的に削除するとともに該当試験を再実施する。これによって、同一環境における同一内容の試験の実施を省略することができ、処理時間を短縮することができる。

【0034】また、自律エージェントアクションルールを定義することにより、自律エージェントの行動または機能をより柔軟に制御あるいは拡張することができ、これによってシステム構成をさらに柔軟にかつメンテナンスし易くできる。

【0035】以下、一次切り分け自律エージェント群20のルールベース推論自律エージェント21で用いる2つの自律エージェントアクションルールについて述べる。

10

【0036】(1) ルールベース推論自律エージェント間の推論結果統合ルール

一次切り分け自律エージェント群20の場合、少なくとも1つ存在するルールベース推論自律エージェント21は黒板61～65、66から処理する事象を獲得し、処理を行う。

【0037】前述したように通信ネットワークにおいて発生する事象の多くは同一の故障に基づくケースが多い。例えば、ある事象から推論された、ルール対応に定められた低い確信度を持つ故障であっても、他の事象から同じ故障が結論として推論された場合、その故障の確信度をより高く設定し直さなくてはならない。そこで、故障の第1の事象による確信度を x 、第2の事象による確信度を y として、故障の合成された確信度 C を、

$$C = (x)^{1/2} + (y)^{1/2} - (xy)^{1/2}$$

により定義し（但し、 $0 \leq \text{確信度} \leq 1$ ）、これに基づいて故障を推論する。

【0038】(2) 故障の出力制限ルール

一次切り分け自律エージェント群20の場合、ルールベース推論自律エージェント21から確信度別に複数の故障が推論結果として得られる。この複数の故障の中には別の故障に付随して発生したものもあり、また、装置が動作しているかどうか分からないといった状態の確認ができないものもある。

【0039】このように、個々の故障に対して推論された確信度にはばらつきがあるため、少なくとも1つのルールベース推論自律エージェント21から得られた複数の故障のうち最も高い確信度を持つ障害を基準とし、定数を0以上1以下の値として、その時点での故障出力のしきい値を、

故障出力のしきい値 = (最も高い確信度) * (定数)

により計算し、該しきい値を超える故障だけを一次切り分け黒板62から障害管理黒板66へ一次切り分けの結果として登録する。これによって、影響分析自律エージェント群30等の故障を処理対象とする自律エージェントの負荷を軽減することができる。

【0040】複数のルールベース推論自律エージェントが実行された本発明のシステムによる処理結果及び従来のエキスパートシステムによる処理結果の一例を、一次切り分けを例にとって下記表1、2に示す。

【0041】

【表1】

(7)

特開平9-160849

11

12

| 事象数 | 自律エージェント数 | 推論時間及び故障数 | システム有効処理総時間 |
|-----|-----------|---|-------------|
| 2 | 2 | 第1のルールベース推論自律エージェント: 時間142.7秒 確認した故障候補数5 第2のルールベース推論自律エージェント: 時間76.1秒 確認した故障候補数8 | 116.9秒 |

【表2】

10

| 従来のシステムの処理時間 | 本システムの処理時間 | 処理時間短縮率 |
|----------------------|------------|----------------------------|
| 162.7 + 76.9 = 239.6 | 116.9 | 1 - (116.9 / 239.6) = 0.51 |

この例によれば、本発明のシステムの方が従来のシステムより処理時間を半分以上に短縮可能なが分かる。なお、処理時間の短縮率は障害の発生数によってさらに大きくすることが可能である。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、通信ネットワーク障害管理の機能を複数の自律エージェントもしくは自律エージェント群に分散化し、これらに対応する複数の黒板及び黒板管理自律エージェントを設けたことにより、障害管理に必要な各種の処理を独立・分散して処理することが可能となり、処理時間の短縮や柔軟かつメンテナンスし易い構成の実現を図ることができる。

【0043】また、本発明によれば、システムに実装されている計算機パワーが許す限り、複数のルールベース推論自律エージェントを用意することができ、これによって複数事象発生の際の処理速度を向上でき、より現実的な問題解決が可能になるとともに、多くの障害情報の中からノイズを取り除くことが可能となり、短時間で信頼性の高い推論結果を提示できる。

【0044】また、自律エージェントもしくは自律エージェント群の独立化に伴い、知識不足や自律エージェントもしくは自律エージェント群の障害によるシステム全体へのダメージを大幅に軽減でき、その分、ロバスト性*

*を高めることができ、さらにネットワーク構成の変更に伴う機能の追加や変更を容易にできる等の利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のシステムの実施の形態の一例を示す構成図

20 成図

【図2】事象認識自律エージェント群の詳細を示す構成図

【図3】一次切り分け自律エージェント群の詳細を示す構成図

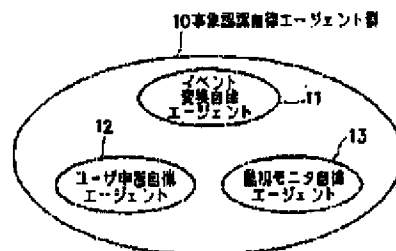
【図4】影響分析自律エージェント群の詳細を示す構成図

【図5】試験自律エージェント群の詳細を示す構成図

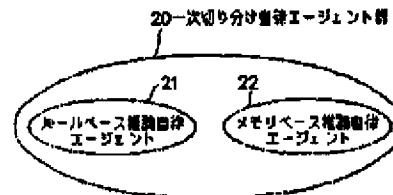
【符号の説明】

10…事象認識自律エージェント群、20…一次切り分け自律エージェント群、30…影響分析自律エージェント群、40…推察自律エージェント、50…試験自律エージェント群、61…事象認識黒板、62…一次切り分け黒板、63…影響分析黒板、64…推察黒板、65…試験黒板、66…障害管理黒板、71～75…黒板管理自律エージェント、100…通信ネットワーク障害管理システム、200…通信ネットワーク、300…ネットワーク構成データベース、400…知識データベース。

【図2】



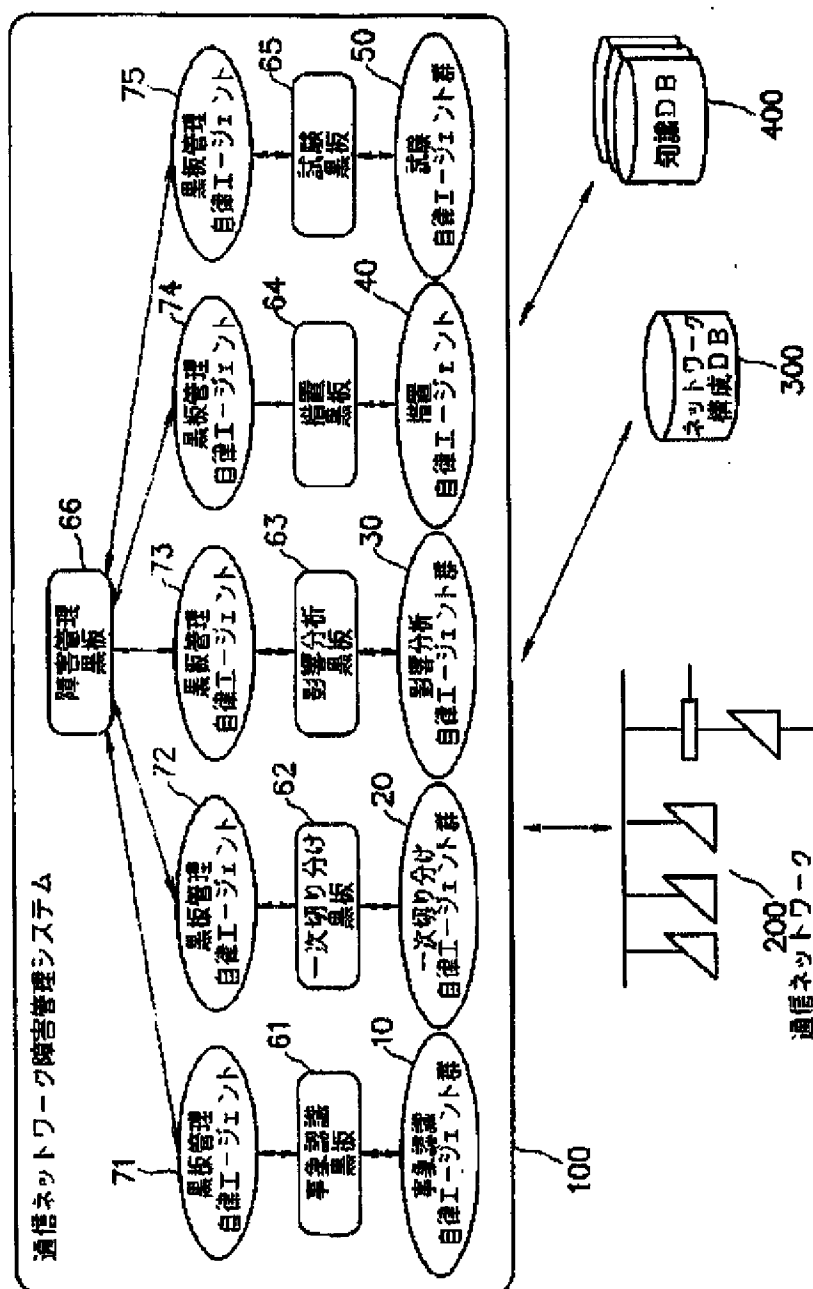
【図3】



特開平9-160849

(2)

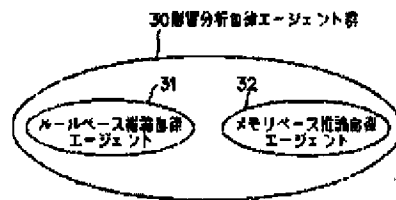
【図1】



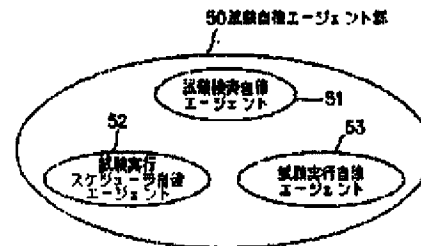
(9)

特開平9-160849

【図4】



【図5】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁹ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| G 0 6 F 15/00 | 3 2 0 | | G 0 6 F 15/00 | 3 2 0 A |
| | 4 7 0 | | | 4 7 0 U |
| H 0 4 L 12/24 | | 9466-5K | H 0 4 L 11/08 | |
| 12/26 | | | | |

(72)発明者 村中 正次
 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
 電信電話株式会社内

(72)発明者 張 宏
 神奈川県横浜市市中区山下町223番1 エ
 ス・ティ・ティ・ソフトウェア株式会社内